



**(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 101 28 584 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 66 F 9/22**  
F 04 B 49/06

(21) Aktenzeichen: 101 28 584.1  
(22) Anmeldetag: 13. 6. 2001  
(43) Offenlegungstag: 19. 12. 2002

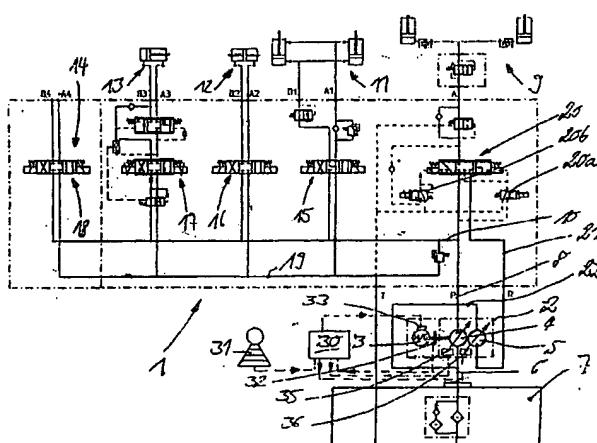
⑦ Anmelder:  
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

**72** Erfinder:  
Deininger, Horst, Dipl.-Ing., 63755 Alzenau, DE;  
Kropp, Walter, Dipl.-Ing., 63834 Sulzbach, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

## 54 Hydraulikanlage

51) Die Erfindung betrifft eine Hydraulikanlage (1) für ein batterie-elektrisch betriebenes Flurförderzeug, mit einer Hubvorrichtung (9) und zumindest einem weiteren hydraulischen Verbraucher und einem Hydraulikaggregat (2), das eine als Motor oder Generator betreibbare elektrische Maschine (3) umfasst, die im Motor- und Generatorbetrieb gleiche Drehrichtung aufweist und mit einer hydraulischen Pumpe (4) sowie einem hydraulischen Motor (5) in trieblicher Verbindung steht, wobei die Pumpe (4) zur Versorgung der Hubvorrichtung (9) und des weiteren Verbrauchers vorgesehen ist und der Motor (5) eine Energierückgewinnung in Senkenbetrieb der Hubvorrichtung (9) ermöglicht. Die Aufgabe, eine Hydraulikanlage zur Verfügung zu stellen, die eine Energierückgewinnung im Senkenbetrieb der Hubvorrichtung und eine gleichzeitige Betätigung des weiteren Verbrauchers mit geringen Verlusten ermöglicht, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Motor (5) und/oder die Pumpe (4) variables Verdärfervolumen aufweisen.



DE 101 28584 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hydraulikanlage für ein batterie-elektrisch betriebenes Flurförderzeug, mit einer Hubvorrichtung und zumindest einem weiteren hydraulischen Verbraucher und einem Hydraulikaggregat, das eine als Motor oder Generator betreibbare elektrische Maschine umfasst, die im Motor- und Generatorbetrieb gleiche Drehrichtung aufweist und mit einer hydraulischen Pumpe sowie einem hydraulischen Motor in trieblicher Verbindung steht, wobei die Pumpe zur Versorgung der Hubvorrichtung und des weiteren Verbrauchers vorgesehen ist und der Motor im Senkenbetrieb der Hubvorrichtung eine Energierückgewinnung ermöglicht.

[0002] Bei Flurförderzeugen mit einem batterie-elektrischen Antrieb ist es bekannt, die potentielle Energie einer an der Hubvorrichtung angreifenden Last im Senkenbetrieb durch einen generatorischen Betrieb der elektrischen Maschine als elektrische Energie zurückzugewinnen und in die Batterie zurückzuspeisen. Um während des Senkenbetriebs der Hubvorrichtung die Betätigung eines weiteren Verbrauchers, beispielsweise eines Neigeantriebs, zu ermöglichen, ist es bekannt, ein Hydraulikaggregat mit einer elektrischen Maschine und einer hydraulischen Pumpe sowie einem hydraulischen Motor vorzusehen, wobei die Pumpe zur Versorgung der Verbraucher und der Motor zur Energierückgewinnung im Senkenbetrieb vorgesehen ist.

[0003] Eine gattungsgemäße Hydraulikanlage ist aus der DE 43 33 706 C1 bekannt. Der hydraulische Motor ist hierbei cingangsseitig an die Hubvorrichtung angeschlossen. Die Ausgangsseite des Motors ist an eine Steuerventileinrichtung angeschlossen. Zudem ist an dem Motor eine von der Ausgangsseite zur Eingangsseite geführte Bypassleitung geführt. Im Hebenbetrieb strömt hierbei von der Pumpe gefördertes Druckmittel über die Steuerventileinrichtung zur Ausgangsseite des Motors und über die Bypassleitung zur Eingangsseite des Motors und somit zur Hubvorrichtung. Im Senkenbetrieb strömt das aus der Hubvorrichtung austretende Druckmittel über den Motor, der die als Generator arbeitende elektrische Maschine antreibt, zur Steuerventileinrichtung, die die Ausgangsseite des Motors mit einem Behälter verbindet. Die Pumpe ist hierbei über die Steuerventileinrichtung im drucklosen Umlauf betrieben oder fördert Druckmittel zu weiteren Verbrauchern.

[0004] Durch den drucklosen Umlaufbetrieb des Motors im Hebenbetrieb bzw. der Pumpe im Senkenbetrieb ergeben sich hohe Umlaufverluste, die insbesondere im Hebenbetrieb zu Druckverlusten und somit Energieverlusten führen.

[0005] Zu dem ist bei einer derartigen Hydraulikanlage im Senkenbetrieb nicht in allen Betriebszuständen eine Energierückgewinnung möglich. Ist beispielsweise im Senkenbetrieb ein weiterer Verbraucher angesteuert und ist der Volumenstrom der Senkfunktion kleiner als der Volumenstrom des weiteren angesteuerten Verbrauchers, bestimmt der weitere Verbraucher die Drehzahl des Hydraulikaggregats. Der Motor wird somit mit einer höheren Drehzahl betrieben als für die Senkengeschwindigkeit erforderlich ist, wodurch an dem Motor kein Druckabfall entsteht, der eine Energierückgewinnung ermöglicht. Ist der Volumenstrom der Senkfunktion höher als der Volumenstrom der weiteren angesteuerten Verbraucher, findet zwar eine Energierückgewinnung statt, das von der Pumpe überschüssig geförderte Druckmittel wird jedoch an einer Ventileinrichtung über eine Drosselstelle und entsprechende Verluste zum Behälter geleitet.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hydraulikanlage der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, die eine Energierückgewinnung im Senkenbetrieb der Hubvorrichtung und eine gleich-

zeitige Betätigung des weiteren Verbrauchers mit geringen Verlusten ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß dadurch gelöst, dass der Motor und/oder die Pumpe variables Verdrängervolumen aufweisen. Durch ein einstellbares Verdrängervolumen der Pumpe und/oder des Motors ist es auf einfache Weise möglich, das Verdrängervolumen der Pumpe und/oder des Motors an den Druckmittelbedarf der entsprechenden Verbraucher anzupassen. Dadurch kann im Senkenbetrieb bei gleichzeitiger Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers unabhängig von der Drehzahl der elektrischen Maschine das Verdrängervolumen des Motors an den von der Hubvorrichtung ausströmenden Druckmittelstrom angepasst und das Verdrängervolumen der Pumpe derart eingestellt werden, dass der weitere Verbraucher mit der vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeit betrieben wird.

[0008] Dadurch kann in einem Betriebszustand, bei dem der Volumenstrom der Senkfunktion kleiner als der Volumenstrom des weiteren Verbrauchers ist, das Verdrängervolumen des Motors derart eingestellt werden, dass eine Energierückgewinnung ermöglicht wird. Zudem ist es hierdurch möglich, in einem Betriebszustand, bei dem der Volumenstrom der Senkfunktion größer als der Volumenstrom des weiteren Verbrauchers ist, das Verdrängervolumen der Pumpe an den Druckmittelbedarf des weiteren Verbrauchers anzupassen, wodurch kein Druckmittel verlustbehaftet zum Behälter abgedrosselt werden muss. Mit einer erfundungsgemäßen Hydraulikanlage kann somit im Senkenbetrieb in allen Betriebszuständen die potentielle Energie der Hubvorrichtung zurückgewonnen werden.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zur Einstellung des Verdrängervolumens der Pumpe und/oder des Motors eine elektrische Stelleinrichtung vorgesehen, die mit einer elektronischen Steuereinrichtung in Wirkverbindung steht. Mit einer elektrischen Stelleinrichtung kann das Verdrängervolumen der Pumpe bzw. des Motors auf einfache Weise eingestellt werden.

[0010] Zweckmäßigerweise steht die elektronische Steuereinrichtung mit einer Sollwertvorgabeeinrichtung in Wirkverbindung. Hierdurch kann das Verdrängervolumen der Pumpe bzw. des Motors auf einfache Weise in Abhängigkeit von der an der Sollwertvorgabeeinrichtung, beispielsweise einem Joystick, vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeit des entsprechenden Verbrauchers eingestellt werden.

[0011] In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Hydraulikaggregat mit einer Drehzahlregeleinrichtung versehen ist, die einen Sensorscheinrichtung zur Erfassung der Drehzahl des Hydraulikaggregats und eine Drehzahlstelleinrichtung aufweist, wobei die elektronische Steuereinrichtung mit der Drehzahlstelleinrichtung und/oder der Sensorscheinrichtung in Wirkverbindung steht. Hierdurch kann auf einfache Weise das Verdrängervolumen der Pumpe und/oder des Motors in Abhängigkeit von der Drehzahl der elektrischen Maschine auf die an der Sollwertvorgabeeinrichtung vorgegebene Bewegungsgeschwindigkeit eingestellt werden.

[0012] Sofern zur Steuerung der Hubvorrichtung eine Steuerventileinrichtung vorgesehen ist, ergeben sich Vorteile, wenn der hydraulische Motor im Senkenbetrieb cingangsseitig mit der Steuerventileinrichtung in Verbindung steht. Hierdurch ergibt sich eine einfache Schaltung. In der Senkenstellung kann die Steuerventileinrichtung eine ungeöffnete Verbindung zum Motor herstellen, da durch die Einstellung des Verdrängervolumens des Motors die Senkengeschwindigkeit bestimmt wird, wodurch sich ein hoher Wirkungsgrad für die Energierückgewinnung im Senkenbetrieb ergibt.

[0013] Gemäß einer Ausgestaltungsform der Erfindung, bei der die Steuerventileinrichtung elektrisch ansteuerbar ist, ergeben sich Vorteile, wenn die elektronische Steuereinrichtung mit der Steuerventileinrichtung in Wirkverbindung steht. Hierdurch kann die Steuerventileinrichtung auf einfache Weise gesteuert werden.

[0014] Der hydraulische Motor kann ausgangsseitig mit einem Behälter in Verbindung stehen. Sofern der hydraulische Motor ausgangsseitig mit der Saugseite der hydraulischen Pumpe in Verbindung steht, wird im Senkenbetrieb bei gleichzeitiger Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers eine kurze Druckmittelführung erzielt.

[0015] Sofern das Hydraulikaggregat als Doppelpumpenaggregat ausgebildet ist und die ausgangsseitige Verbindung des Motors mit der Saugseite der Pumpe innerhalb des Hydraulikaggregats ausgebildet ist, sind durch die Verbindung des Motors mit der Pumpe mittels eines Kanals innerhalb des Gehäuses des Doppelpumpenaggregats keine weiteren Verbindungsleitungen erforderlich, wodurch sich ein geringer Herstellaufwand ergibt.

[0016] Die elektrische Maschine kann hierbei als Gleichstrommaschine oder Asynchronmaschine oder Synchronmaschine ausgebildet sein.

[0017] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0018] Hierbei zeigt

[0019] Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfundungsgemäßen Hydraulikanlage und

[0020] Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfundungsgemäßen Hydraulikanlage.

[0021] Die Fig. 1 zeigt eine erfundungsgemäße Hydraulikanlage 1 eines batterie-elektrisch betriebenen Flurförderzeugs, beispielsweise eines Schubmaststaplers.

[0022] Die Hydraulikanlage 1 weist ein Hydraulikaggregat 2 auf, das eine Motor oder Generator betreibbare elektrische Maschine 3 umfasst, die mit einer hydraulischen Pumpe 4 sowie einem hydraulischen Motor 5 in trieblicher Verbindung steht.

[0023] Die Pumpe 4 steht eingeschließlich mittels einer Saugleitung 6 mit einem Behälter 7 in Verbindung. Ausgangsseitig ist die Pumpe 4 an eine Förderleitung 8 angeschlossen, die zu einer Hubvorrichtung 9 geführt ist. Von der Förderleitung 8 zweigt eine Förderzweigleitung 10 ab, die zu weiteren Verbrauchen geführt ist, beispielsweise einer Negevorrichtung 11, einer Seitenschubeinrichtung 12, einer Schubmastverschubeinrichtung 13 und einem Nebenverbraucher 14.

[0024] Zur Steuerung der Negevorrichtung 11, der Seitenschubeinrichtung 12, der Schubmastverschubeinrichtung 13 und des Nebenverbrauchers 14 ist jeweils eine Steuerventileinrichtung 15, 16, 17, 18 vorgesehen, die als Wegeventil, insbesondere elektrisch ansteuerbares Wegeventil, ausgebildet ist. Die Steuerventileinrichtungen 15, 16, 17, 18 sind hierbei an die Förderzweigleitung 10 sowie eine zu dem Behälter 7 geführte Behälterleitung 19 angeschlossen.

[0025] Zur Steuerung der Hubvorrichtung 9 ist eine Steuerventileinrichtung 20 vorgesehen, die als Wegeventil, insbesondere elektrisch ansteuerbares Wegeventil, ausgebildet ist. Die Steuerventileinrichtung 20 steht mit der Förderleitung 8 und einer Senkenleitung 21 in Verbindung. Zur Steuerung der Steuerventileinrichtung 20 sind elektrisch ansteuerbare Vorsteuerventile 20a, 20b vorgesehen, wobei das Vorsteuerventil 20a die Steuerventileinrichtung 20 bei einer Ansteuerung in eine Hebenstellung und das Vorsteuerventil 20b die Steuerventileinrichtung 20 bei einer Ansteuerung in eine Senkenstellung beaufschlagt.

[0026] Die Senkenleitung 21 ist zur Eingangsseite des

Motors 5 geführt. Ausgangsseitig steht der Motor 5 mittels einer Umlaufleitung 22 mit der Saugleitung 6 und somit der Saugseite der Pumpe 4 bzw. dem Behälter 7 in Verbindung. Die Umlaufleitung 22 kann hierbei innerhalb des Gehäuses des Hydraulikaggregats 2 ausgebildet sein.

[0027] Zur Steuerung der Hydraulikanlage 1 ist eine elektronische Steuereinrichtung 30 vorgesehen, die eingeschließlich mit einer Sollwertvorgabeeinrichtung 31, beispielsweise einem oder mehreren Joysticks, in Wirkverbindung steht.

[0028] Ausgangsseitig steht die elektronische Steuereinrichtung 30 mit den Steuerventileinrichtungen 15, 16, 17, 18, den Vorsteuerventilen 20a, 20b der Steuerventileinrichtung 20 und der Ventileinrichtung 26 in Verbindung.

[0029] Das Hydraulikaggregat 1 ist mit einer Drehzahlregeleinrichtung versehen, die eine Sensoreinrichtung 32 zur Erfassung der Drehzahl des Hydraulikaggregats 1 und eine Drehzahlstelleinrichtung 33 an der elektrischen Maschine 3 umfasst. Die elektronische Steuereinrichtung 30 steht hierbei eingeschließlich mit der Sensoreinrichtung 32 und ausgangsseitig mit der Drehzahlstelleinrichtung 33 in Wirkverbindung.

[0030] Die Ausführungsform gemäß der Fig. 2 unterscheidet sich von der Fig. 1 dadurch, dass die Umlaufleitung 22 an die Behälterleitung 19 angeschlossen ist.

[0031] Im Hebenbetrieb der Hubvorrichtung 9 wird durch entsprechende Betätigung der Sollwertvorgabeeinrichtung 31 eine Hebengeschwindigkeit vorgegeben. Die elektronische Steuereinrichtung 30 steuert hierbei das Vorsteuerventil 20a an, wodurch die Steuerventileinrichtung 20 in die Hebenstellung beaufschlagt wird. Gleichzeitig wird durch eine Ansteuerung der Drehzahlstelleinrichtung 33 der elektrischen Maschine 3 und durch eine Ansteuerung der Stelleinrichtung 35 das Verdrängervolumen und die Drehzahl der Pumpe 4 derart eingestellt, dass die Hubvorrichtung 9 mit der vorgegebenen Hebengeschwindigkeit betrieben wird.

[0032] Entsprechend wird bei alleiniger Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers durch die Sollwertvorgabeeinrichtung 31 eine Bewegungsgeschwindigkeit vorgegeben, wobei durch entsprechende Ansteuerung der Steuerventileinrichtung 15, 16, 17, 18, eine Ansteuerung der Stelleinrichtung 35 und einer Drehzahlregelung der elektrischen Maschine 3 der Verbraucher mit der vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeit betrieben wird.

[0033] Wird neben der Hubvorrichtung 9 gleichzeitig ein weiterer Verbraucher durch Betätigung der Sollwertvorgabeeinrichtung 31 angesteuert, steuert die elektronische Steuereinrichtung 30 die entsprechende Steuerventileinrichtung 15, 16, 17, 18 an. Die Stelleinrichtung 35 und die Drehzahlstelleinrichtung 33 der elektrischen Maschine 3 wird hierbei derart angesteuert, dass die Pumpe 4 den zur Versorgung der Hubvorrichtung 9 und des weiteren Verbrauchers erforderlichen Druckmittelstrom liefert. Die Hebengeschwindigkeit der Hubvorrichtung 9 bzw. die Bewegungsgeschwindigkeit des weiteren Verbrauchers wird hierbei durch entsprechende Auslenkung der Steuerventileinrichtung 20 bzw. 15, 16, 17, 18 eingestellt.

[0034] Im Hebenbetrieb, bei alleiniger Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers bzw. im Hebenbetrieb bei gleichzeitiger Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers ist die Stelleinrichtung 36 des Motor 5 nicht angesteuert, wodurch der Motor 5 auf minimales Verdrängervolumen eingestellt ist.

und keinen Druckmittelstrom liefert.

[0035] Im Senkenbetrieb der Hubvorrichtung 9 wird durch eine Ansteuerung des Vorsteuerventils 20b die Steuerventileinrichtung 20 in die Senkenstellung in Abhängigkeit von der Betätigung der Sollwertvorgabeeinrichtung 31 beaufschlagt. Durch eine Ansteuerung der Stelleinrichtung 36 wird an dem Motor 5 ein bestimmtes Verdrängervolumen eingestellt. Von der Hubvorrichtung 9 ausströmendes Druckmittel steht über die Senkenleitung 21 an der Eingangsseite des Motors 5 an und treibt den Motor 5 an, der die als Generator arbeitende elektrische Maschine 3 antreibt, die elektrischen Energie in die Batterie speist. Die Ausgangsseite des Motors 5 steht gemäß Fig. 1 über die Umlaufleitung 22 mit der Saugleitung 6 und somit dem Behälter 7 bzw. gemäß Fig. 2 mit der Behälterleitung 19 und somit dem Behälter 7 in Verbindung. Bei alleiniger Ansteuerung der Hubvorrichtung 9 im Senkenbetrieb ist die Stelleinrichtung 35 der Pumpe 4 nicht angesteuert, wodurch die Pumpe 4 auf minimales Verdrängervolumen eingestellt ist und keinen Druckmittelstrom fördert.

[0036] Ist der aus der Hubvorrichtung 9 ausströmende Druckmittelstrom bei der gleichzeitigen Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers größer als der von dem weiteren Verbraucher angeforderte Druckmittelstrom, wird durch eine entsprechende Ansteuerung der Stelleinrichtungen 35 und 36 am Motor 5 eine größeres Verdrängervolumen als an der Pumpe 4 eingestellt, wodurch bei der eingestellten Drehzahl des Hydraulikaggregats 2 die Hubvorrichtung 9 durch entsprechende Einstellung des Verdrängervolumens des Motors 5 mittels der Stelleinrichtung 36 mit der vorgegebenen Senkengeschwindigkeit und der weitere Verbraucher durch entsprechende Einstellung des Verdrängervolumens der Pumpe 4 mittels der Stelleinrichtung 35 mit der vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeit betrieben wird.

[0037] Ist hierbei der Lastdruck der Hubvorrichtung 9 größer als der für die Bewegung des weiteren Verbrauchers erforderliche Druck, wird die Druckdifferenz durch den Motor 5 und die elektrische Maschine 3 als elektrische Energie in die Batterie zurückgespeist. Ist der Lastdruck der Hubvorrichtung 9 geringer als der für die Bewegung des weiteren Verbrauchers erforderliche Druck wird die potentielle Energie der Hubvorrichtung 9 direkt als mechanisches Moment auf die Pumpe 4 übertragen, wodurch die elektrische Maschine 3 lediglich ein zusätzliches der Druckdifferenz entsprechendes Moment auf die Pumpe 4 einleiten muss.

[0038] Ist der aus der Hubvorrichtung 9 ausströmende Druckmittelstrom bei der gleichzeitigen Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers kleiner als der von dem weiteren Verbraucher angeforderte Druckmittelstrom, wird durch eine entsprechende Ansteuerung der Stelleinrichtungen 35 und 36 an der Pumpe 4 eine größeres Verdrängervolumen als an dem Motor 4 eingestellt, wodurch bei der eingestellten Drehzahl des Hydraulikaggregats 2 die Hubvorrichtung durch entsprechende Einstellung des Verdrängervolumens des Motors 5 mittels der Stelleinrichtung 36 mit der vorgegebenen Senkengeschwindigkeit und der weitere Verbraucher durch entsprechende Einstellung des Verdrängervolumens der Pumpe 4 mittels der Stelleinrichtung 35 mit der vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeit betrieben wird.

[0039] Sofern die Hubvorrichtung einen höheren Lastdruck aufweist als der weitere Verbraucher, wird die der Druckdifferenz entsprechende Energie als elektrische Energie in die Batterie eingespeist. Weist der weitere Verbraucher einen höheren Druckbedarf auf als die Hubvorrichtung liefert, wird die potentielle Energie der Hubvorrichtung als mechanische Energie auf die Pumpe 4 übertragen.

[0040] Durch das variable Verdrängervolumen der Pumpe 4 und des Motors 5 kann somit die potentielle Energie der

Hubvorrichtung 9 in allen Betriebszuständen zurückgewonnen werden.

[0041] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 wird im Senkenbetrieb bei gleichzeitiger Ansteuerung eines weiteren Verbrauchers das von der Hubvorrichtung 9 ausströmende Druckmittel über die Ausgangsseite des Motors 5 und die Umlaufleitung 22 direkt zur Saugseite der Pumpe 4 geführt, wodurch sich ein kurzer Strömungsweg mit entsprechend geringen Umlaufverlusten ergibt. Übersteigt der aus der Hubvorrichtung 9 ausströmende Druckmittelstrom hierbei den Druckmittelbedarf des weiteren Verbrauchers, strömt das überschüssig geförderte Druckmittel über die Saugleitung 6 zum Behälter 7.

[0042] Für entsprechende Heben- bzw. Senkengeschwindigkeiten der Hubvorrichtung und Bewegungsgeschwindigkeiten der weiteren Verbraucher können hierbei in der elektronischen Steuereinrichtung 30 entsprechende Wertepaare für die Ansteuerung der Stelleinrichtungen 35, 36 und der Drehzahlstelleinrichtung 33 der elektrischen Maschine 3 vorgegeben sein.

#### Patentansprüche

1. Hydraulikanlage für ein batterie-elektrisch betriebenes Flurförderzeug, mit einer Hubvorrichtung und zu mindest einem weiteren hydraulischen Verbraucher und einem Hydraulikaggregat, das eine als Motor oder Generator betreibbare elektrische Maschine umfasst, die im Motor- und Generatorbetrieb gleiche Drehrichtung aufweist und mit einer hydraulischen Pumpe sowie einem hydraulischen Motor in trieblicher Verbindung steht, wobei die Pumpe zur Versorgung der Hubvorrichtung und des weiteren Verbrauchers vorgesehen ist und der Motor eine Energierückgewinnung im Senkenbetrieb der Hubvorrichtung ermöglicht, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (5) und/oder die Pumpe (4) variables Verdrängervolumen aufweisen.

2. Hydraulikanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des Verdrängervolumens der Pumpe (4) und/oder des Motors (5) eine elektrische Stelleinrichtung (35; 36) vorgesehen ist, die mit einer elektronischen Steuereinrichtung (30) in Wirkverbindung steht.

3. Hydraulikanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuereinrichtung (30) mit einer Sollwertvorgabeeinrichtung (31) in Wirkverbindung steht.

4. Hydraulikanlage nach Anspruch 2 oder 3, wobei das Hydraulikaggregat (2) mit einer Drehzahlregeleinrichtung versehen ist, die eine Sensoreinrichtung (32) zur Erfassung der Drehzahl des Hydraulikaggregats (2) und eine Drehzahlstelleinrichtung (33) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuereinrichtung (30) mit der Drehzahlstelleinrichtung (33) und/oder der Sensoreinrichtung (32) in Wirkverbindung steht.

5. Hydraulikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Hubvorrichtung (9) eine Steuerventileinrichtung (20) vorgesehen ist und der hydraulische Motor (5) im Senkenbetrieb eingleisig mit der Steuerventileinrichtung (20) in Verbindung steht.

6. Hydraulikanlage nach Anspruch 5, wobei die Steuerventileinrichtung (20) elektrisch ansteuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuereinrichtung (30) mit der Steuerventileinrichtung (20) in Wirkverbindung steht.

7. Hydraulikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

# DE 101 28 584 A 1

7

8

dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische Motor (5) ausgangsseitig mit der Saugseite der hydraulischen Pumpe (4) in Verbindung steht.

8. Hydraulikanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Hydraulikaggregat (2) als Doppel-pumpenaggregat ausgebildet ist, wobei die ausgangsseitige Verbindung des Motors (5) mit der Saugseite der Pumpe (4) innerhalb des Hydraulikaggregats (1) ausgebildet ist. 5

9. Hydraulikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (3) als Gleichstrommaschine ausgebildet ist. 10

10. Hydraulikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (3) als Asynchronmaschine ausgebildet ist. 15

11. Hydraulikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (3) als Synchronmaschine ausgebildet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

